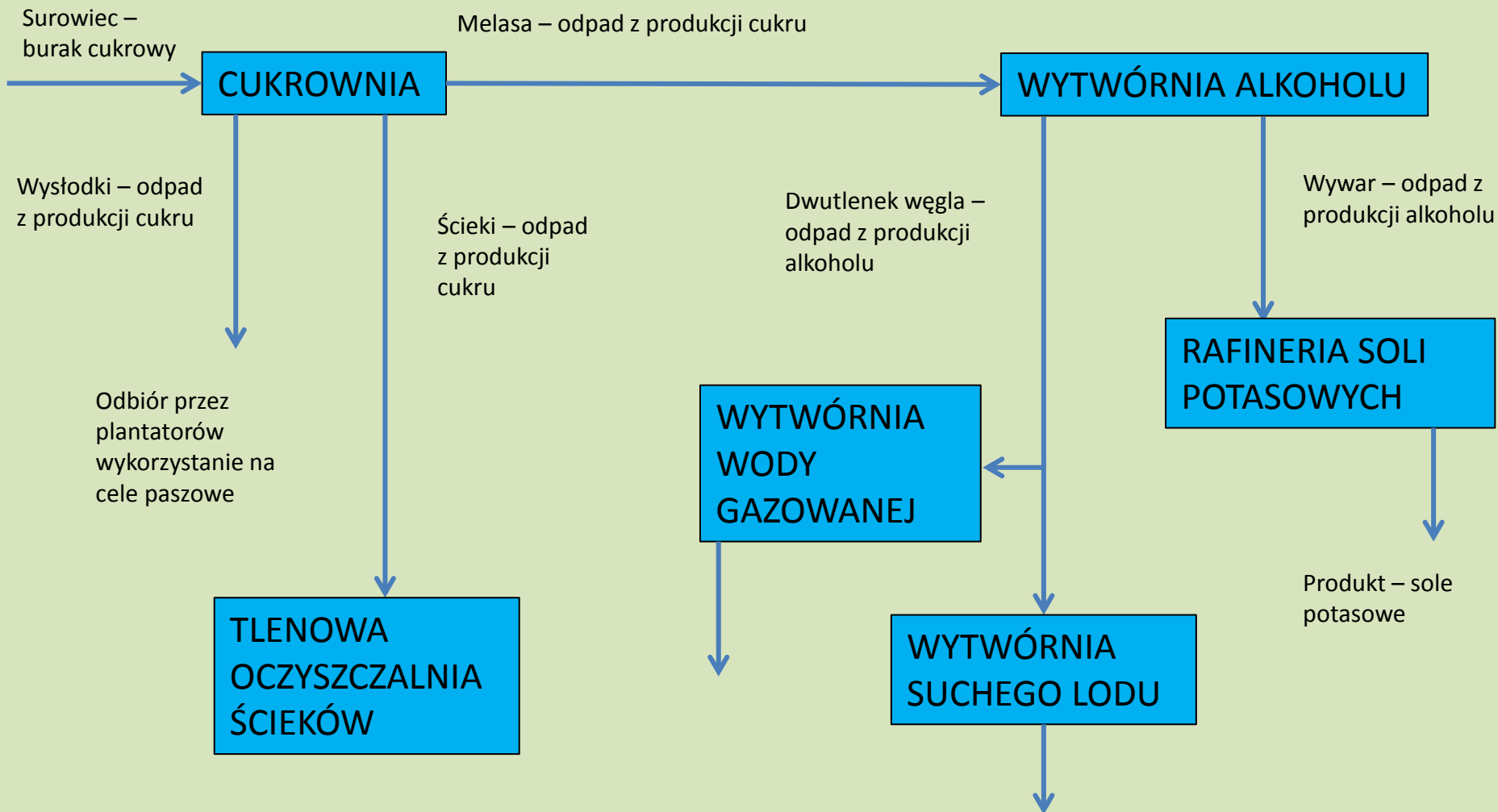


OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW JAKO ŹRÓDŁO ENERGII I SUROWCÓW

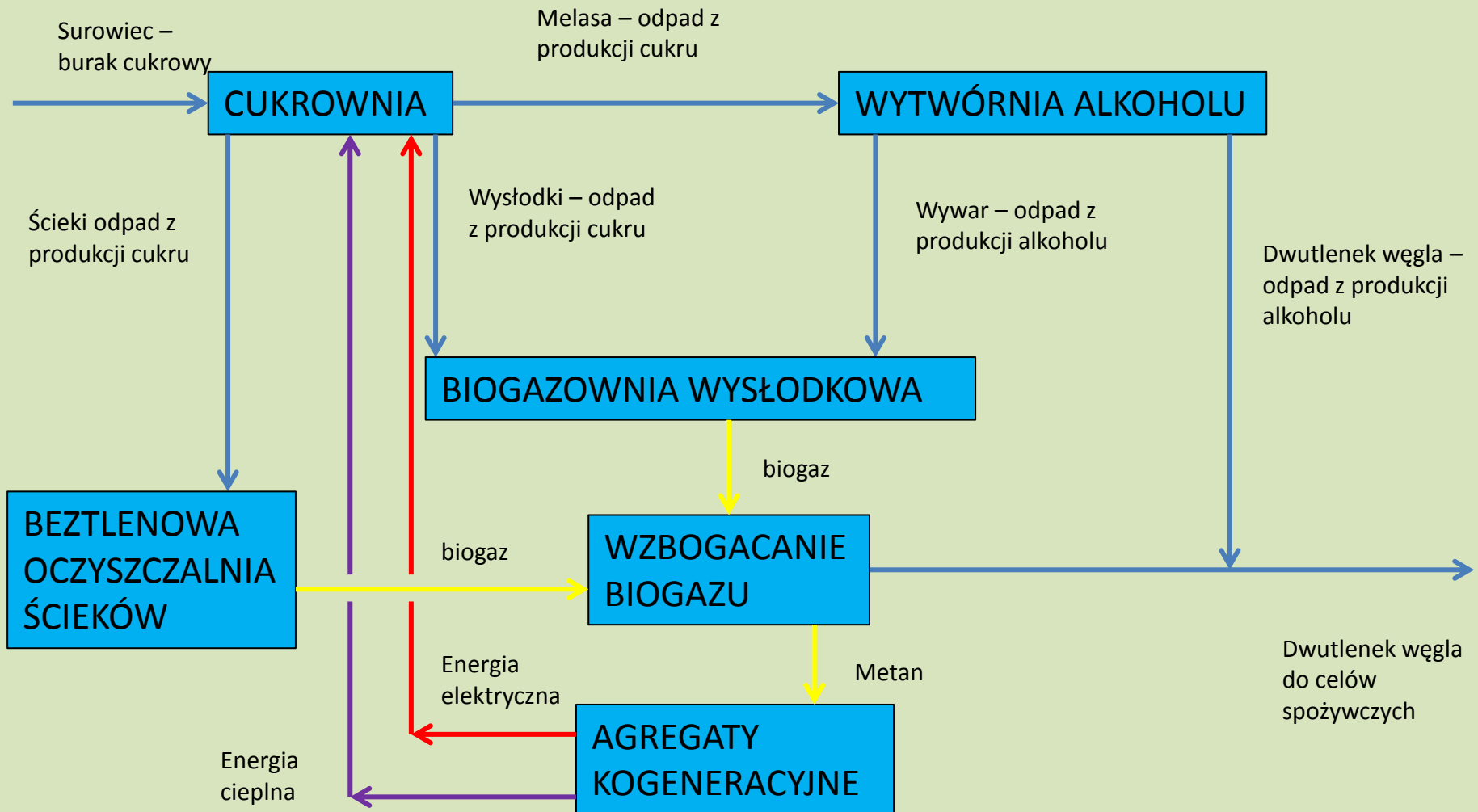


Ireneusz Plichta
Przedsiębiorstwo Inżynierskie ProEko
Al. Jana Pawła II 148
85-151 Bydgoszcz

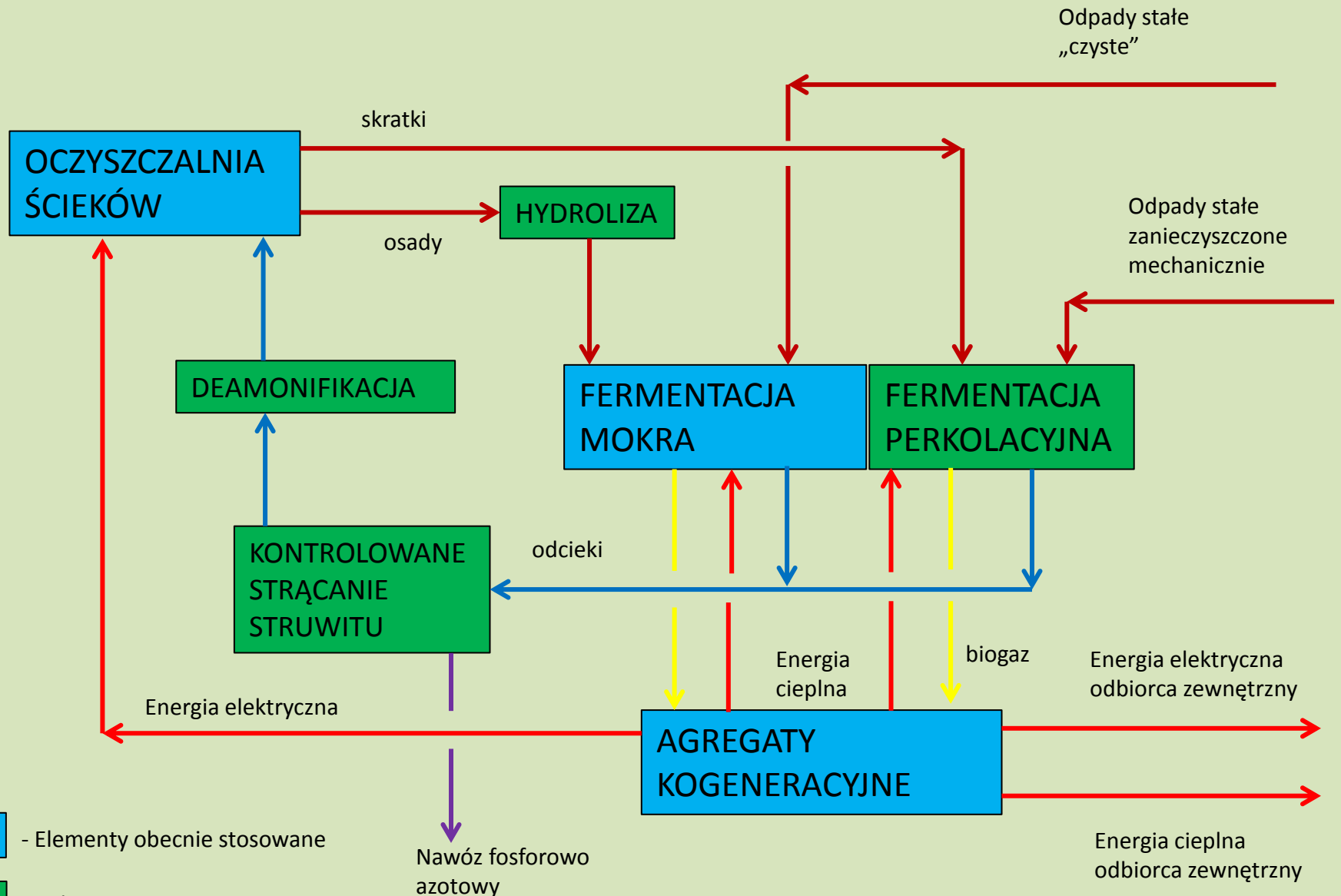
KOMBINAT CUKROWNICZY W CHEŁMŻY – BEZODPADOWA CUKROWNIA ZAPROJEKTOWANA W LATACH 50-TYCH XX WIEKU



BEZODPADOWA CUKROWNIA XXI WIEKU - KONCEPCJA



MOŻLIWOŚCI ROZWOJU OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW



PODSTAWOWE KIERUNKI ROZWOJU OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

Obecnie wdrażane:

1. Powrót do technologii strącania wstępnego i osadu wysokoobciążonego
2. Usuwanie azotu bez konieczności dozowania węgla organicznego
3. Intensyfikacja produkcji biogazu poprzez zwiększenie stopnia rozkładu odpadów własnych i wprowadzanie substratów zewnętrznych
4. Pozyskiwanie surowców ze ścieków poprzez wbudowywanie fosforu w nawóz – kontrolowane wytrącanie struwitu lub produkcję nawozów ciekłych.

Przyszłość:

1. Bezpośrednia produkcja prądu ze ścieków
2. Produkcja bioplastiku
3. Produkcja biowodoru (fermentacja ciemna)
4. Produkcja spożywczego dwutlenku węgla

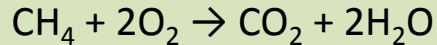
SPOSOBY ZWIĘKSZENIA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ OCZYSZCZALNI

1. Wprowadzenie strącania wstępnego i technologii osadu wysokoobciążonego jako pierwszego stopnia oczyszczania
2. Zwiększenie produkcji biogazu poprzez zwiększenie stopnia rozkładu materii organicznej w komorach fermentacyjnych
3. Zwiększenie produkcji biogazu poprzez wprowadzanie do procesu fermentacji substratów zewnętrznych
4. Wykorzystanie potencjału energetycznego skratek i innych substratów stałych
5. Wprowadzenie pompy ciepła

JEDNOSTKOWA PRODUKCJA BIOGAZU Z CHZT

Stechiometryczna objętość metanu odpowiadająca 1 g ChZT

ilość tlenu potrzebna do utlenienia metanu



masa metanu: $12 + 4 = 16 \text{ g}$

masa tlenu: $4 \times 16 = 64 \text{ g}$

objętość molowa: $22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$ (dla 0°C , 1013 hPa)

objętość metanu przypadająca na 1 g tlenu w warunkach standardowych

$$q_{\text{jedn_CH}_4\text{_standard}} = 22,4 : 64 = 0,35 \text{ dm}^3 \text{ CH}_4/\text{gChZT (tlenu)}$$

objętość molowa dla temperatury $+ 35^\circ\text{C}$: $25,29 \text{ dm}^3/\text{mol}$

objętość metanu przypadająca na 1 g tlenu w temperaturze $+ 35^\circ\text{C}$:

$$q_{\text{jedn_CH}_4\text{_35oC}} = 25,29 : 64 = 0,395 \text{ dm}^3 \text{ CH}_4/\text{gChZT (tlenu)}$$

Rzeczywista objętość metanu odpowiadająca 1 g ChZT

ilość ChZT wbudowywana w biomasę bakterii metanowych: $5 - 15\%$

ilość metanu tracona: $0 - 5\%$

ilość metanu rozpuszczona w ściekach: $30 - 50 \text{ dm}^3/\text{m}^3$,

rzeczywista objętość metanu: $q_{\text{jedn_CH}_4\text{_standard_rzeczy}} = 0,30 - 0,33 \text{ dm}^3 \text{ CH}_4/\text{gChZT (tlenu)}$

Mniejsza objętość dla beztlenowego oczyszczania ścieków (większy ładunek ChZT wbudowywany w biomasę, większy przepływ ścieków w stosunku do ładunku ChZT), większa objętość dla fermentacji biomasy (osady ściekowe/odpady/substraty organiczne)

ZAWARTOŚĆ CHZT I STOPIEŃ KONWERSJI POSZCZEGÓLNYCH SUBSTRATÓW

Osad wstępny

około 1,7 kgChZT/s.m.org

Stopień konwersji:

- Fermentacja konwencjonalna: ok. 55%
- Fermentacja po hydrolizie: ok. 58%

Osad nadmierny

około 1,45 kgChZT/s.m.org

Stopień konwersji:

- Fermentacja konwencjonalna: ok. 30%
- Fermentacja po hydrolizie: ok. 50%

Osad przefermentowny (hydroliza pośrednia, końcowa)

- około 1,5 kgChZT/s.m.org
- stopień konwersji: ok. 35%

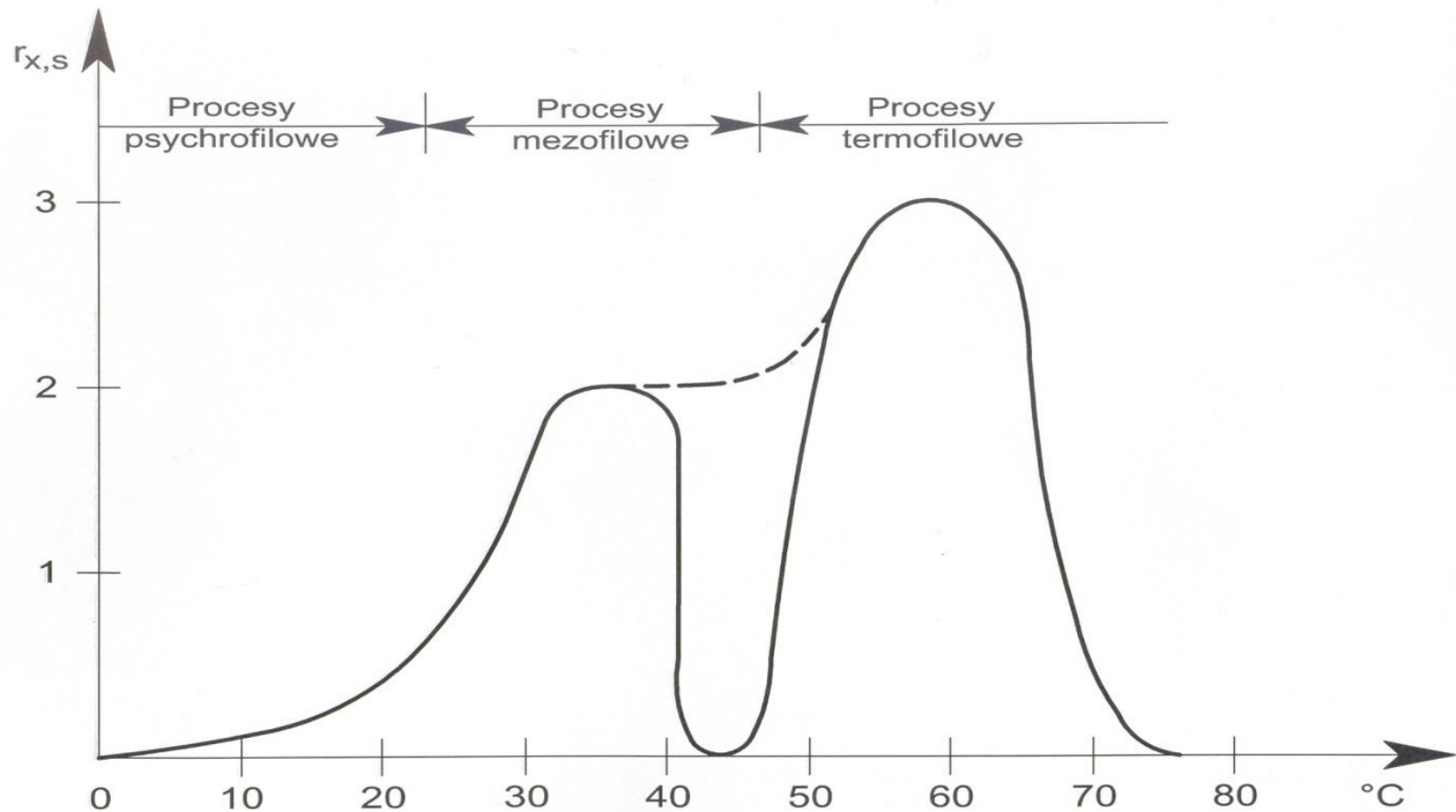
ZAWARTOŚĆ CHZT I STOPIEŃ KONWERSJI POSZCZEGÓLNYCH SUBSTRATÓW cd.

Substraty zewnętrzne

- bioodpady do kofermentacji (frakcja organiczna z selektywnej zbiórki odpadów)
 - konwersja fermentacja konwencjonalna: 70%
 - konwersja fermentacja po hydrolizie: 70%

- tłuszcze
 - konwersja fermentacja konwencjonalna: 80%
 - konwersja fermentacja po hydrolizie: 80%

Właściwa szybkość rozkładu beztlenowego w zależności od temperatury



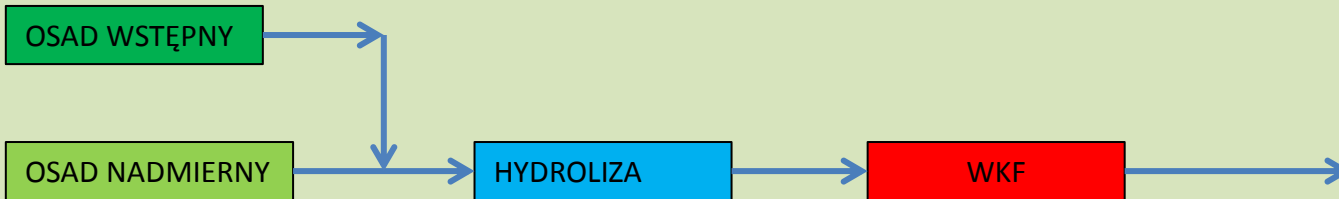
TECHNOLOGIE HYDROLIZY TERMICZNEJ STOSOWANEJ W GOSPODARCE OSADOWEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW

1. Technologie bazujące na wodzie jako czynniku grzewczym – temperatura procesu około 70°C przy ciśnieniu atmosferycznym np.:
 - Aerotherm
 - Pondus
 - Watrec

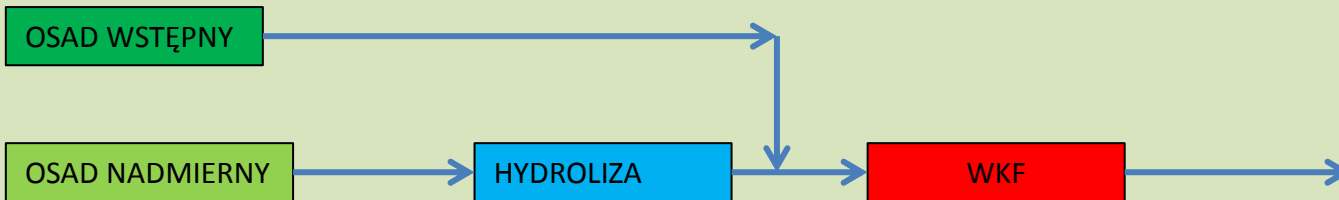
2. Technologie bazujące na parze jako czynniku grzewczym – temperatura procesu około 160°C przy ciśnieniu około 10 bar np.:
 - Cambi
 - Exelys

MOŻLIWE MIEJSCA PROWADZENIA PROCESU HYDROLIZY W GOSPODARCE OSADOWEJ OCZYSZCZALNI

Hydroliza wstępna osadu nadmiernego i wstępnego

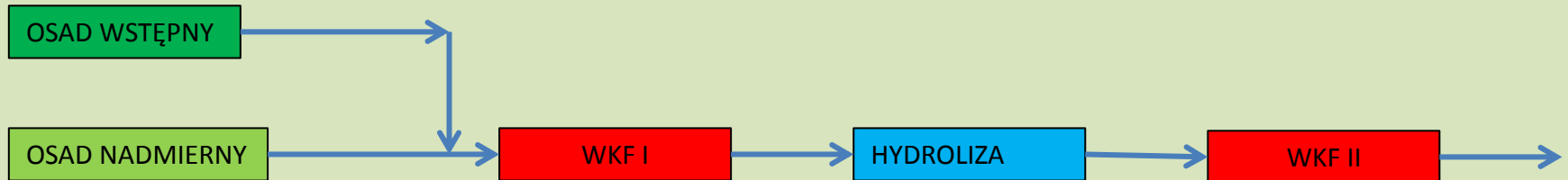


Hydroliza wstępna osadu nadmiernego

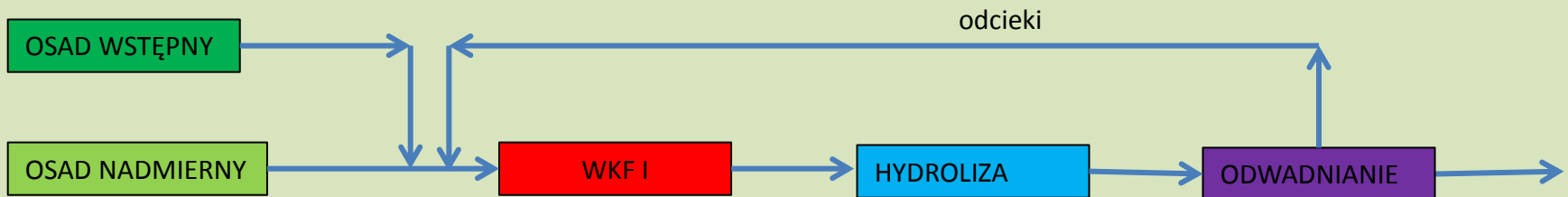


MOŻLIWE MIEJSCA PROWADZENIA PROCESU HYDROLIZY W GOSPODARCE OSADOWEJ OCZYSZCZALNI CD.

Hydroliza pośrednia



Hydroliza końcowa



Oddziaływanie hydrolizy na pozostałe aspekty pracy oczyszczalni

- Higienizacja, pasteryzacja, sterylizacja osadów
- Wzrost ładunku azotu i fosforu w strumieniu bocznym oczyszczalni (proporcjonalnie do wzrostu stopnia rozkładu materii organicznej)
- Pogorszenie jakości (wzrost stężenia zawiesiny) odcieków ze stacji odwadniania
- Poprawa stopnia odwodnienia osadów (o około 5 punktów procentowych)
- Zmniejszenie wartości opałowej osadów (proporcjonalnie do wzrostu stopnia rozkładu materii organicznej)
- Możliwość zwiększenia obciążenia komór fermentacyjnych suchą masą organiczną

Higienizacja osadów

HigW krajowych uregulowaniach prawnych oraz w Dyrektywach Unii Europejskiej brak ścisłych wytycznych dotyczących metod higienizacji czyli usuwania patogenów z osadów ściekowych. Uregulowania takie zostały wprowadzone przez U.S. EPA (Agencja Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych). W uregulowaniach tych określono dwa poziomy usuwania patogenów:

- Procesy prowadzące do znaczącej redukcji patogenów (PSRP - *Processes to Significantly Reduce Pathogens*);
- Procesy pogłębionej redukcji patogenów (PFRP - *Processes to Further Reduce Pathogens*).

Procesy pierwszej grupy redukują liczbę, ale nie eliminują patogenów, więc wciąż pozostaje potencjalne zagrożenie przeniesienia przez osady mikroorganizmów chorobotwórczych. Procesy drugiej grupy redukują patogeny poniżej znanego nam dzisiaj poziomu detekcji. Dla zapewnienia należytej staranności zaleca się jednak zachowanie choćby minimalnego stopnia monitoringu, z rejestracją danych i sporządzeniem raportów włącznie.

Higienizacja cd.

Procesy prowadzące do znaczącej redukcji patogenów zgodnie z uregulowaniami US EPA:

Tlenowa stabilizacja osadu - osady napowietrzane i mieszane:

w temperaturze 20 °C - przez 40 dni;

w temperaturze 15 °C - przez 60 dni.

Suszenie „atmosferyczne” - czas zatrzymania minimum 3 miesiące, w ciągu co najmniej 2 miesięcy średniodobowe temperatury otoczenia powinny przekraczać 0 °C.

Fermentacja beztlenowa:

w temperaturze 20 °C - czas zatrzymania 60 dni;

w temperaturze 35÷55 °C - czas zatrzymania 15 dni.

Kompostowanie - dotyczy zarówno reaktorów, pryzm napowietrzanych lub pryzm przerzucanych - wzrost temperatury do 40 °C lub wyższej przez 5 dni, przez 4 godziny w ciągu tych 5 dni temperatura powinna wzrosnąć do 55 °C.

Stabilizowanie wapnem - uzyskanie pH 12 lub 2 godziny kontaktu.

Procesy prowadzące do pogłębionej redukcji patogenów zgodnie z uregulowaniami US EPA:

Kompostowanie:

Kompostowanie w reaktorze lub napowietrzanej pryzmie - temperatura minimum 55 °C przez 3 dni;

Kompostowanie w pryzmie przerzucanej - temperatura minimum 55 °C lub wyższa przez 15 dni lub dłużej; pryzma co najmniej 5-cio krotnie przerzucana.

Suszenie temperaturowe: Osady suszone w sposób pośredni i bezpośredni - zawartość wody 10% lub mniej; osad osiąga temperaturę 80 °C.

Higienizacja temperaturowa - temperatura 180 °C lub wyższa przez co najmniej 30 minut.

Fermentacja termofilowa - czas zatrzymania osadu minimum 10 dni i temperatura w zakresie 55÷60 °C.

Promieniowanie beta - osady napromieniowane dawką 1.0 megarada w temperaturze pokojowej (ok. 20 °C).

Promieniowanie gama - osady napromieniowane dawką 1.0 megarada w temperaturze pokojowej (ok. 20 °C).

Pasteryzacja - osady są przetrzymane w 70 °C lub wyżej przez 30 minut.

Pasteryzacja i sterylizacja osadów

Definicje procesu pasteryzacji i sterylizacji wynikają z rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1069/2009 z dnia 21 października 2009 r. określającego przepisy sanitarne dotyczące produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, nieprzeznaczonych do spożycia przez ludzi. Zgodnie z tym rozporządzeniem:

- sterylizacja ciśnieniowa oznacza przetwarzanie produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego, po zmniejszeniu rozmiaru cząstki do nie więcej niż 50 mm, w temperaturze przekraczającej 133 °C przez co najmniej 20 minut bez przerwy, przy ciśnieniu bezwzględnym co najmniej 3 barów;
- pasteryzacja: maksymalna wielkość cząstek przed wprowadzeniem ich do urządzenia do pasteryzacji: 12 mm, minimalna temperatura całego materiału w urządzeniu do pasteryzacji: 70 °C, minimalny czas obróbki w urządzeniu do pasteryzacji, bez przerw: 60 minut.

Parametry technologiczne komór fermentacyjnych współpracujących z instalacjami hydrolizy Cambi

Wskaźnik	Oczyszczalnia				
	Bydgoszcz	Verdal	Dublin	Fredericia	Aberdeen
s.m.osadu kierowana do WKF [Mg s.m./d]	16,4	56,4	98,6	21,1	39,7
s.m. organiczna kierowana do WKF [Mg s.m.org/d]	12,7	43,7	76,4	16,3	30,7
Objętość osadu kierowana do WKF [m ³ /d]	164	b.d.	939	b.d.	401
Objętość WKF-ów [m ³]	7 600	7 500	17 200	4 000	8 000
Obciążenie WKF s.m.org [kg s.m.org/m ³ d]	2,16	5,83	4,44	4,08	3,85
Czas zatrzymania[d]	46	-	18,3	-	19,3
s.m.org w osadzie przefermentowanym [%]	58	b.d	56	60	60

Literaturowe obciążenie komór fermentacyjnych bez hydrolizy (Wójtowicz A., Jędrzejewski C., Bieniowski M., Darul H.; Modelowe rozwiązania w gospodarce osadowej): 0,8 – 1,6 kg s.m.org/m³ d

Określenie korzyści z wprowadzenia hydrolizy dla oczyszczalni 800 000 RLM

- zyski z tytułu ubytku osadu osadu: **4 073 400 zł/rok (65%),**
- zysk z tytułu dodatkowej produkcji biogazu: **2 191 184 zł/rok (35%)**

łącznie korzyści z instalacji: $Z_{\text{hydr_ITPO_posr}} = \mathbf{6\ 264\ 584\ \text{zł/rok}}$

Koszty eksploatacyjne: $K_{\text{eks}} = \mathbf{551\ 196\ \text{zł/rok}}$

Zysk z tytułu pracy instalacji: $Z_{\text{hydr_ITPO_nadm}} = \mathbf{6\ 264\ 584 - 551\ 196 = 5\ 713\ 388\ \text{zł/rok}}$

Nakład inwestycyjny: **ok. 25 mln zł**

Poprawa efektywności energetycznej na przykładzie oczyszczalni ścieków w Słupsku

Przewidywane do wprowadzenia procesy:

- Fermentacja perkolacyjna
- Hydroliza osadu
- Pompa ciepła
- Deamonifikacja

PORÓWNANIE FERMENTACJI MOKREJ, SUCHEJ I PERKOLACYJNEJ

Proces fermentacji odpadów może być prowadzony w następujących technologiach:

- fermentacja mokra,
- fermentacja sucha,
- fermentacja sucha perkolacyjna

FERMENTACJA „MOKRA”

Przez pojęcie fermentacja mokra określa się fermentację w której substrat ma konsystencję pozwalającą na jego pompowanie. Granicą jest zawartość suchej masy we wsadzie $< 15\%$. Procesem najbardziej rozpowszechnionym jest jednostopniowa fermentacja mezofilowa zawiesiny odpadów o zawartości substancji stałych od 3 do 8%. Zalety i wady tej metody są następujące (wg. Andrzej Jedrczak „Biologiczne przetwarzanie odpadów” Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008):

Zalety	Wady
<ul style="list-style-type: none">- dobre usunięcie składników inertych i ciężkich zanieczyszczeń w fazie przygotowania surowca- konwencjonalne metody transportu i mieszania- korzystniejsza wymiana energii i substancji odżywczych między składnikami substratów- stabilna produkcja gazu	<ul style="list-style-type: none">- większa pojemność reaktorów- duże zapotrzebowanie na wodę,- duże zapotrzebowanie na energię- duże przepływy materii- ścieranie piaskiem elementów instalacji- wymagane dodatkowe procesy rozdziału fazy stałej i ciekłej

FERMENTACJA SUCHA

Fermentacji suchej poddawany jest substrat o zawartości suchej masy do 40%. Powyżej tej wartości występują zjawiska hamowania procesów biologicznych wynikające z niedostatku wody. Zalety i wady fermentacji suchej (źródło j.w.):

Zalety	Wady
<ul style="list-style-type: none">- mała objętość reaktora,- małe przepływy substancji,- prosta wstępna obróbka odpadów,- mniejsze straty składników biodegradowalnych w obróbce wstępnej- małe zapotrzebowanie na wodę i ciepło	<ul style="list-style-type: none">- specjalne techniki transportu i mieszania,- możliwość wystąpienia niepełnej fermentacji,- zagrożenie spadku produkcji gazu przy zbyt wysokim jednostkowym obciążeniu reaktora

FERMENTACJA PERKOLACYJNA

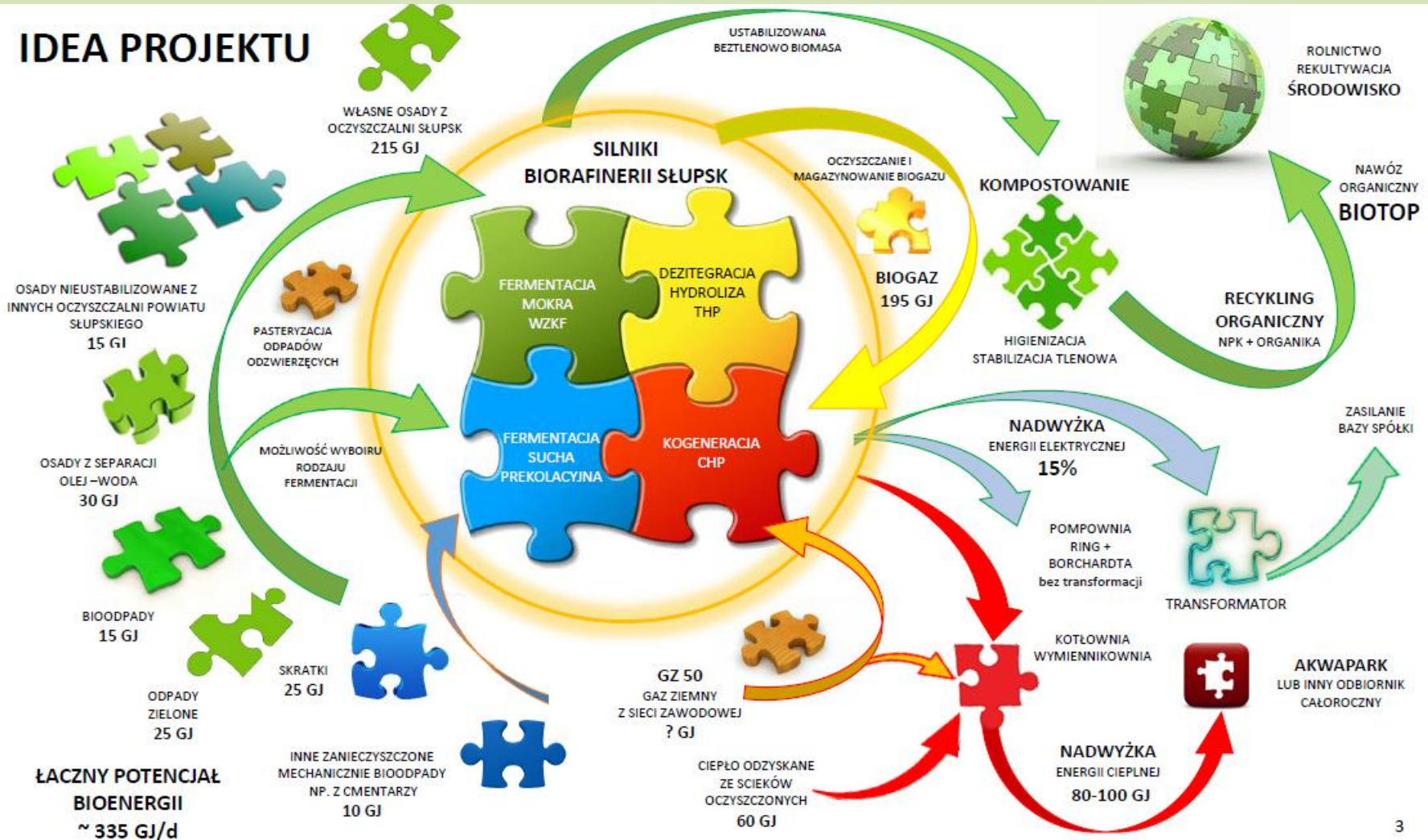
Fermentacja sucha perkolacyjna jest procesem dwustopniowym, dwufazowym dedykowanym do przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych i odpadów pozostałych. Metoda ta polega na wymywaniu z odpadów ciekłą wodą substancji organicznych łatwo ulegających biodegradacji. Wyciąg wodny z odpadów zasobny w substancje organiczne jest fermentowany w wysokoobciążonym reaktorze. Technologia perkolacji łączy zalety tlenowego i beztlenowego unieszkodliwiania odpadów. Jako zalety procesu wymienia się:

- brak konieczności separacji z odpadów większych części stałych przed dalszą obróbką oraz brak potrzeby maceracji substratów,
- w pełni tlenowy proces wymywania z odpadów substancji łatwo ulegających biodegradacji,
- znaczne zmniejszenie masy odpadów – do 58% wsadu,
- małe zapotrzebowanie terenu,
- modułowa konstrukcja instalacji,
- efektywność ekonomiczna: niskie nakłady inwestycyjne, samowystarczalność energetyczna, niskie koszty eksploatacyjne.

Fermentacja sucha perkolacyjna może być podobnie jak fermentacja mokra prowadzona w temperaturze odpowiadającej fermentacji mezofilowej jak i termofilowej.

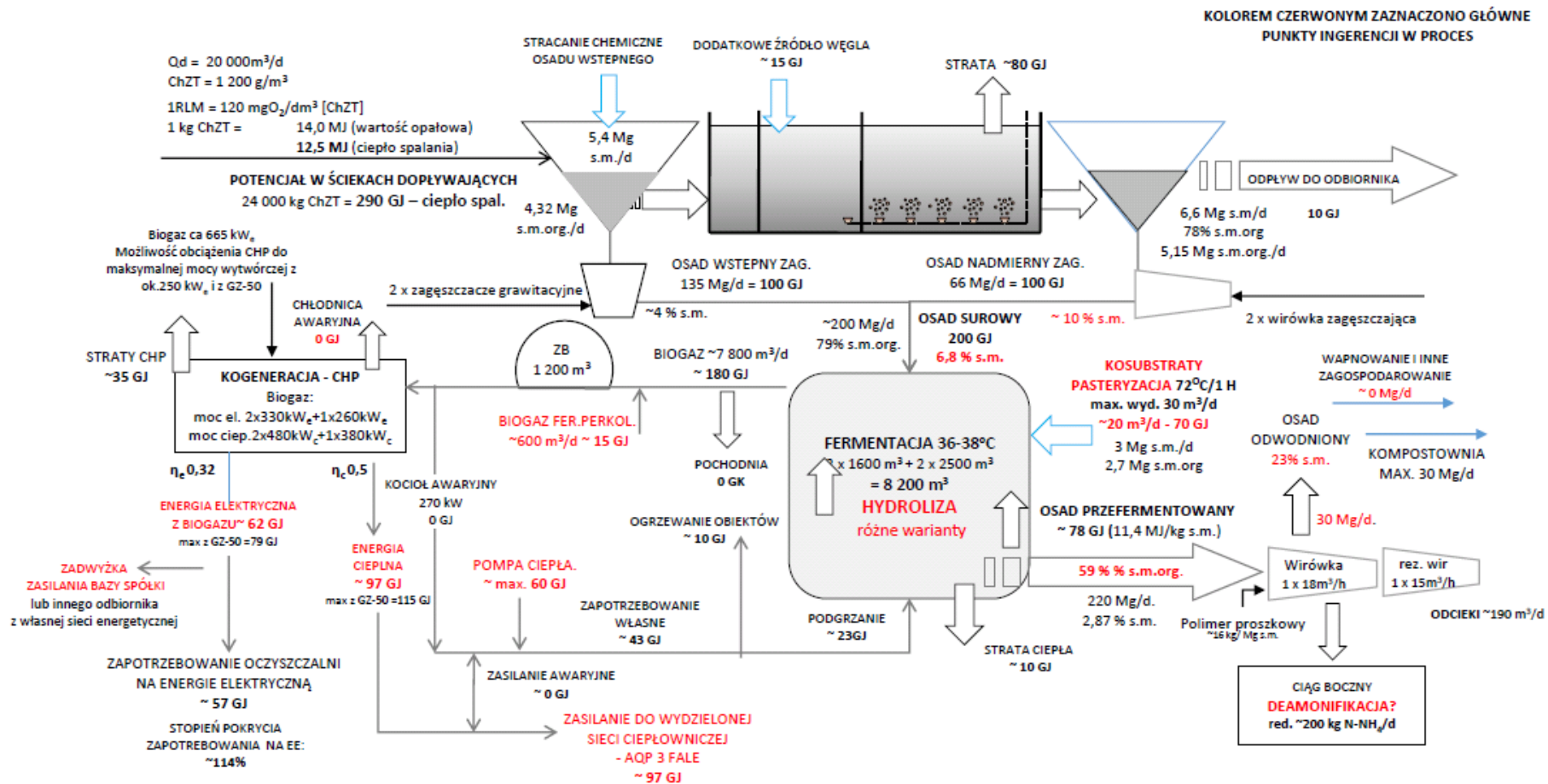
OCZYSZCZALNIA ŚCIEKÓW W SŁUPSKU

IDEA PROJEKTU

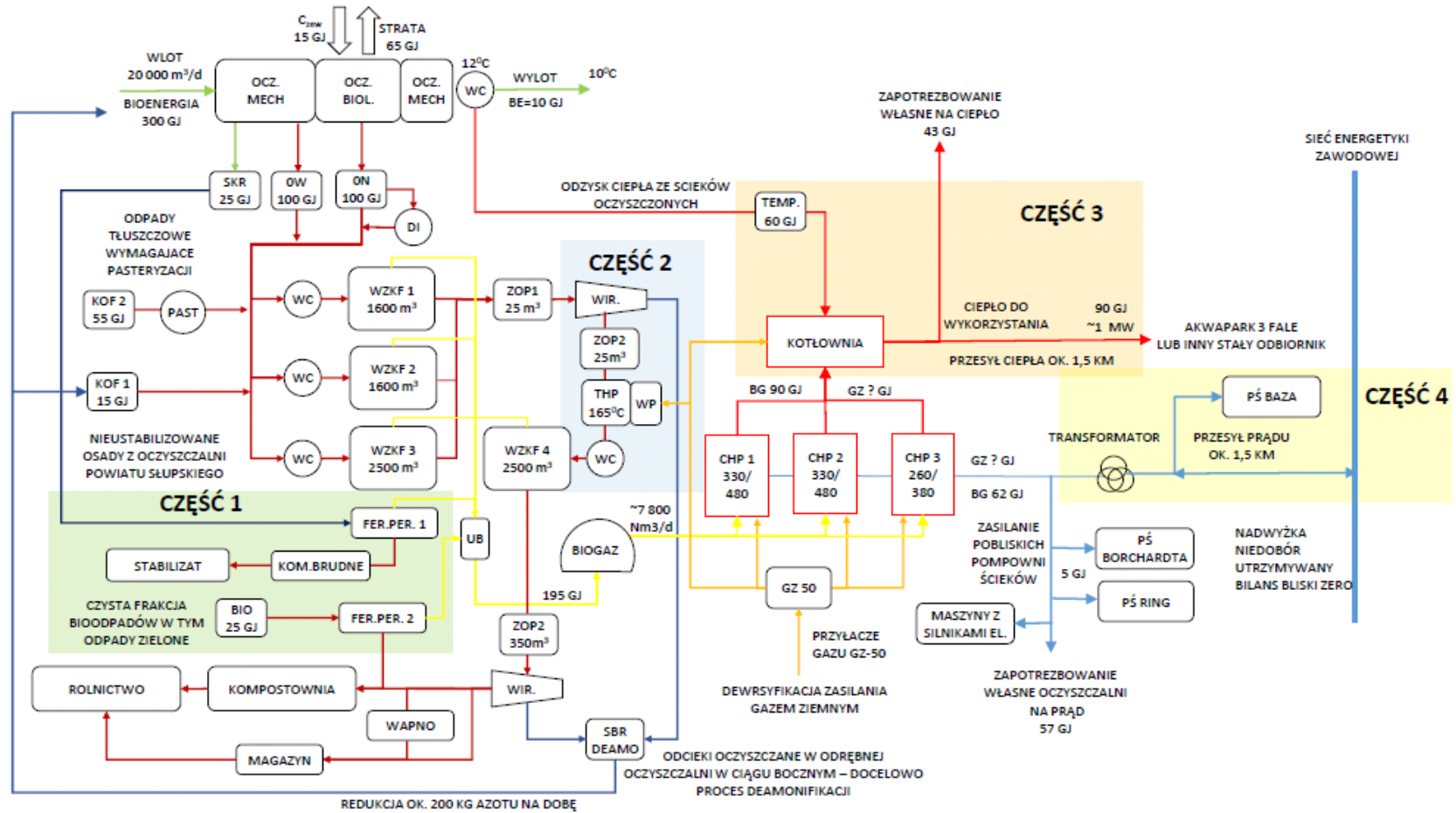


BILANS DOBOWY – SYMULACJA STANU DOCELOWEGO - OCZEKIWANEGO

– z uwzględnieniem kofermentacji, hydrolizy, pompy ciepła na zasilanie własne oczyszczalni - stopień prefermentowania na poziomie 59% s.m.org.



PROJEKT SCHEMATU ENERGETYCZNEGO I PROCESOWEGO OCZYSZCZALNI WARIANT Z HYDROLIZĄ TERMICZNĄ W SYSTEMIE DLD

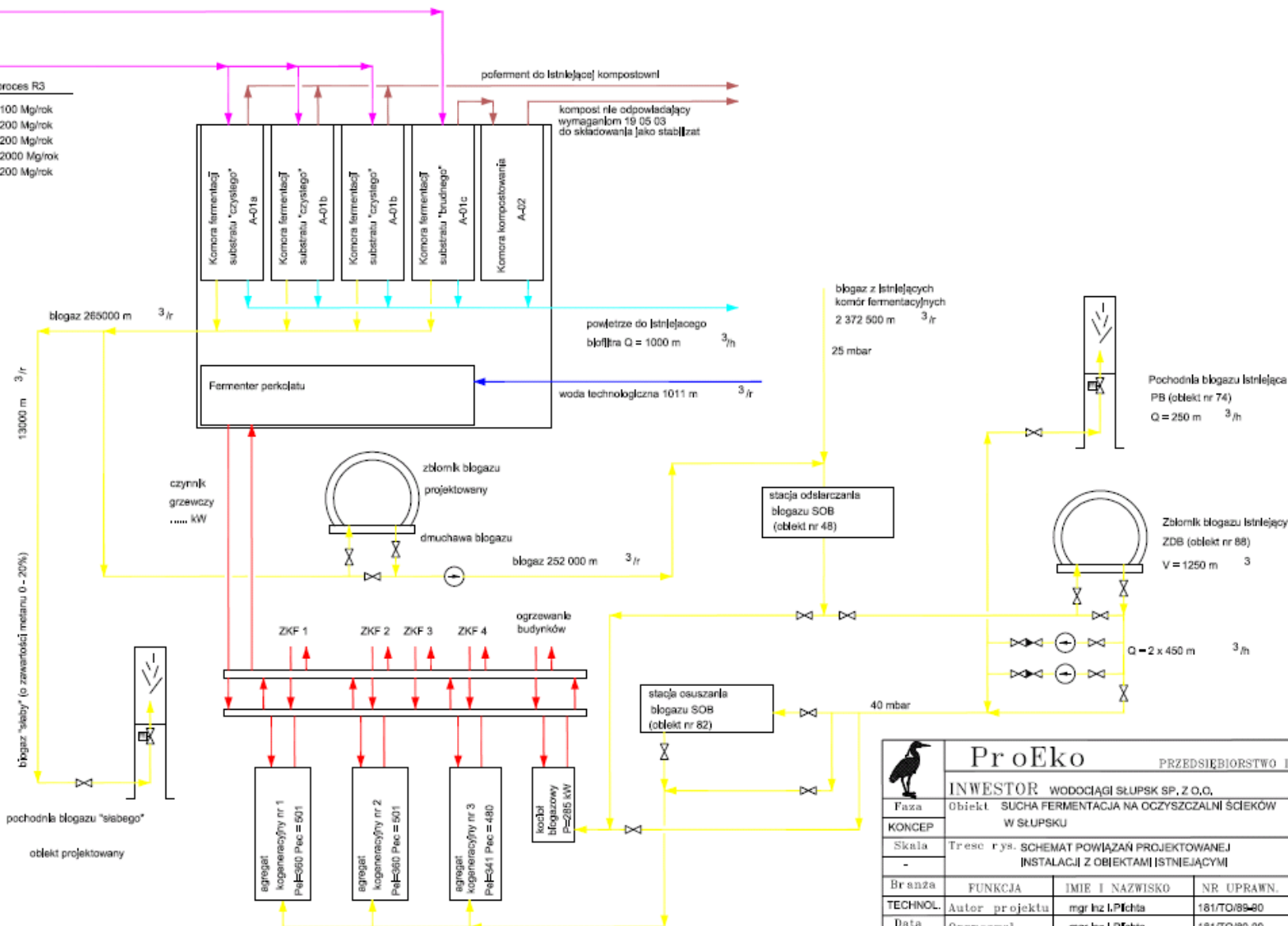


Substraty proces D8

- 20 02 03 - 500 Mg/rok
- 20 02 01 - 100 Mg/rok
- 19 09 01 - 50 Mg/rok
- 19 08 01 - 500 Mg/rok

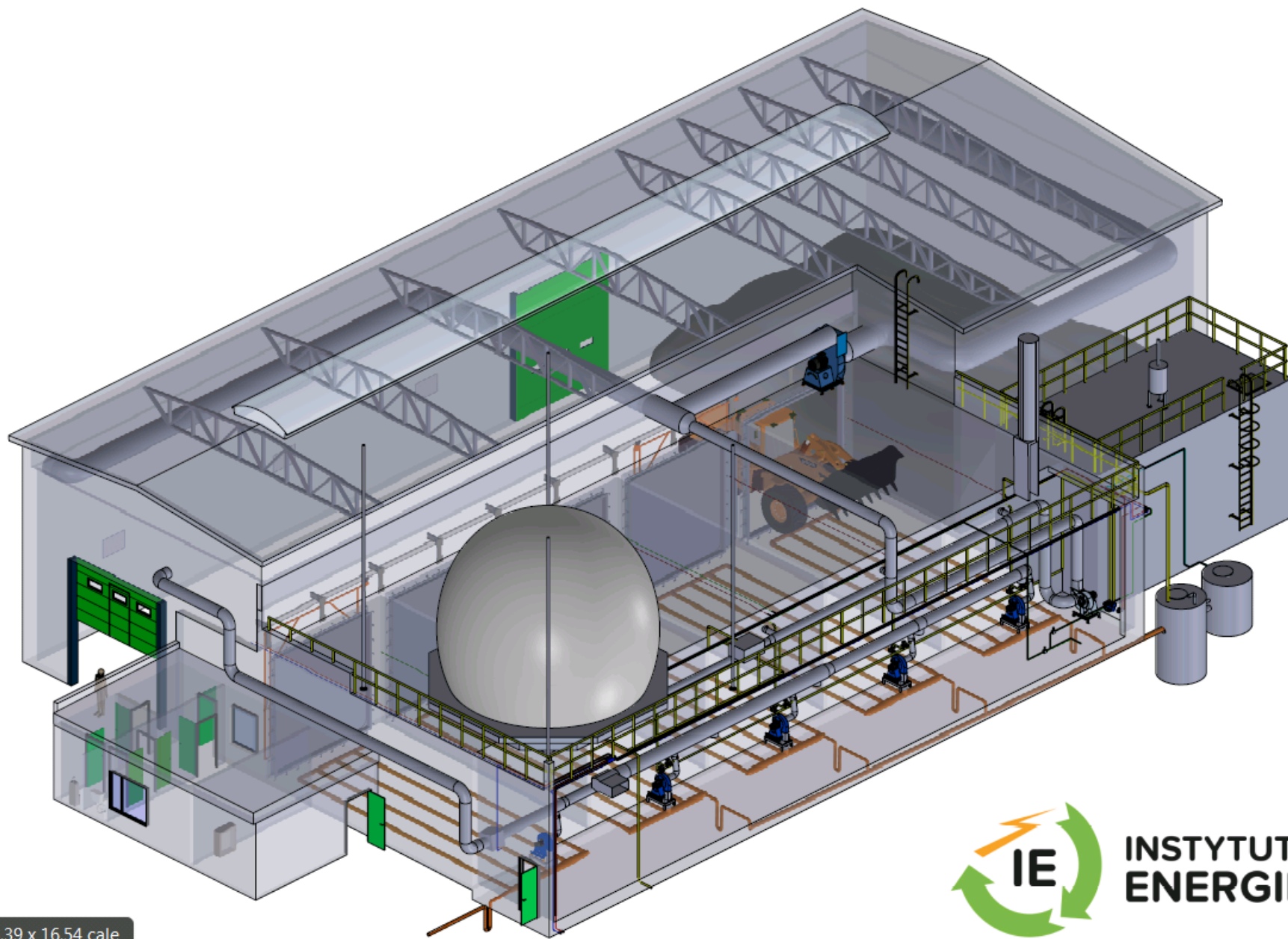
Substraty proces R3

- 02 03 04 - 100 Mg/rok
- 16 03 06 - 200 Mg/rok
- 16 03 80 - 200 Mg/rok
- 20 02 01 - 2000 Mg/rok
- 20 03 02 - 200 Mg/rok



slupsk_sucha fermentacja_sch_powiazan.dwg

		ProEko		PRZEDSIĘBIORSTWO INŻYNIERSKIE	
		INWESTOR WODOCIĄGI SŁUPSK SP. Z O.O.		Nr archiw. 73B/15	
Faza	Obiekt SUCHA FERMENTACJA NA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W SŁUPSKU			Nr rysunku 4	
KONCEP				11.rys.	
Skala	Tresc rys. SCHEMAT POWIĄZAŃ PROJEKTOWANEJ INSTALACJI Z OBIEKTAMI ISTNIEJĄCYMI			10	
Brzanka	FUNKCJA	IMIE I NAZWISKO	NR UPRAWN.	PODPIS	
TECHNOL.	Autor projektu	mgr Inż. I. Piłchta	181/TO/89-80		
Data	Opracował	mgr Inż. I. Piłchta	181/TO/89-80		
listek 2015	Spr awdził	Inż. K. Karkowski	KI-I-7342-50/88		



23,39 x 16,54 cale



PRODUKCJA NAWOZOW FOSFOROWYCH – KONTROLOWANE STRĄCANIE STRWITU

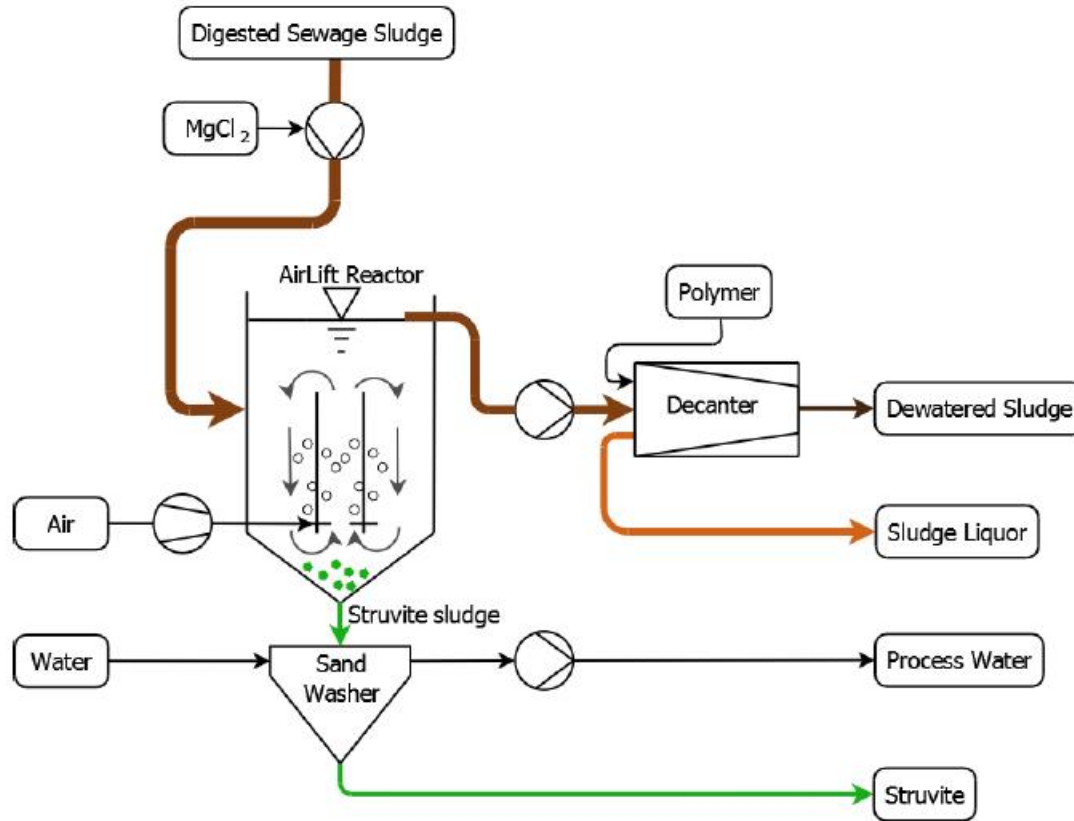
Równanie chemiczne	$Mg^{2+} + NH_4^+ + HPO_4^{2-} + 6 H_2O = MgNH_4PO_4 \times 6H_2O + H^+$			
	Mg	NH ₄	HPO ₄	6 H ₂ O
Masa molowa [g/mol] Struwit: 246 g/mol	24,3	18,0	96,0	108,0
Udział procentowy [%]	9,8	7,3	39,0	43,9

MIEJSCA STRĄCANIA STRUWITU

Z osadu – proces Air-Prex

Z odcieków po odwadnianiu – proces Struvia

Z odcieków z zagęszczania i odcieków z odwadniania – proces Wasstrip + Pearl



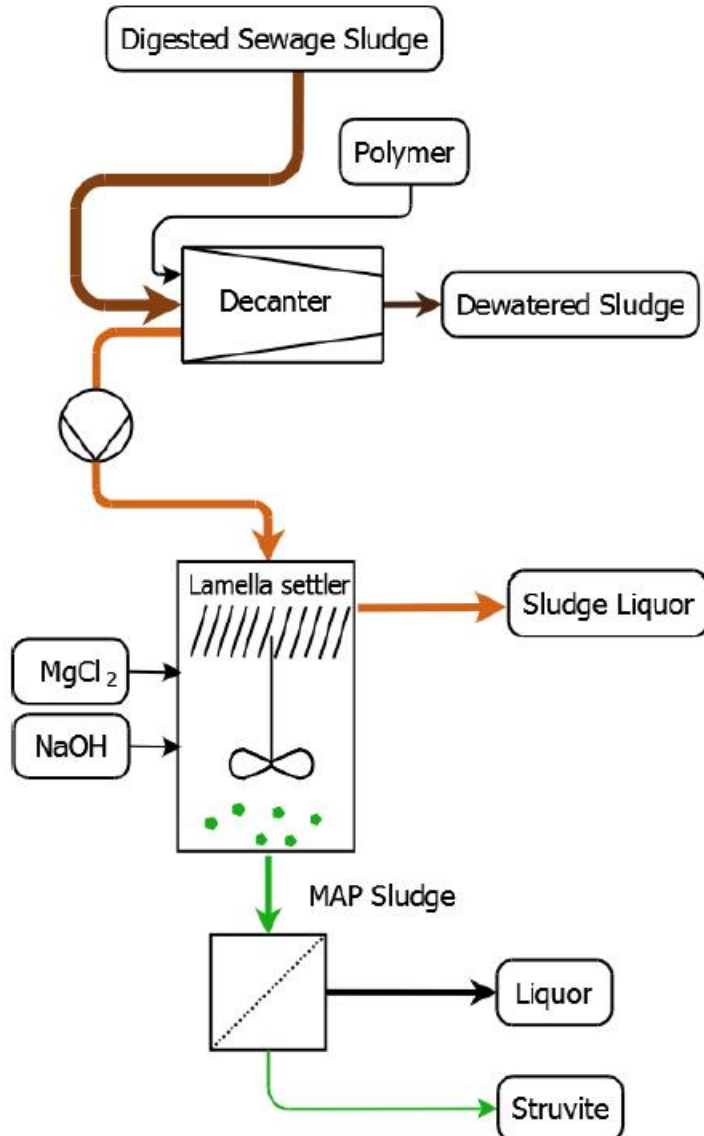
precipitation reactor,
several full scale plants

[CNP]

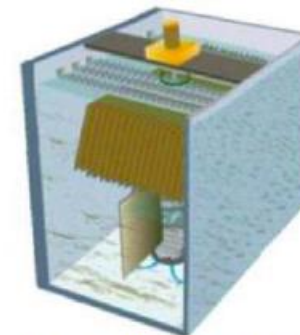


product

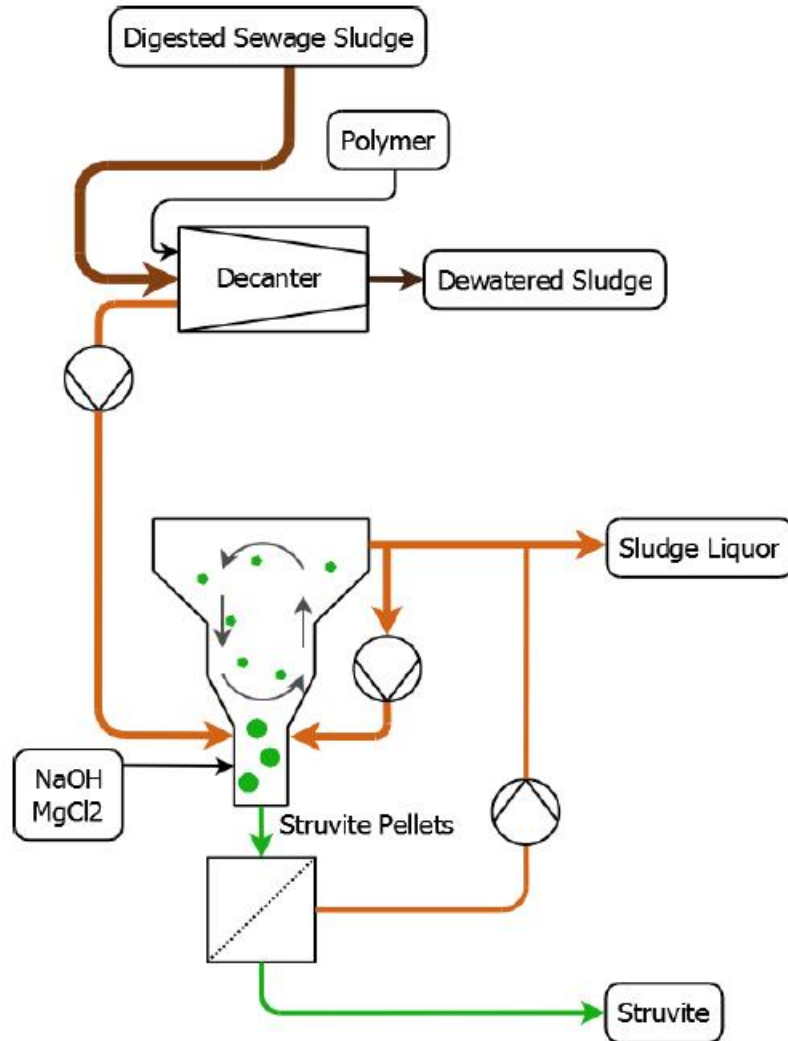
[CNP, BWB]



process demonstrated within P-REX in pilot scale (1'000 L/h)



lamella settler

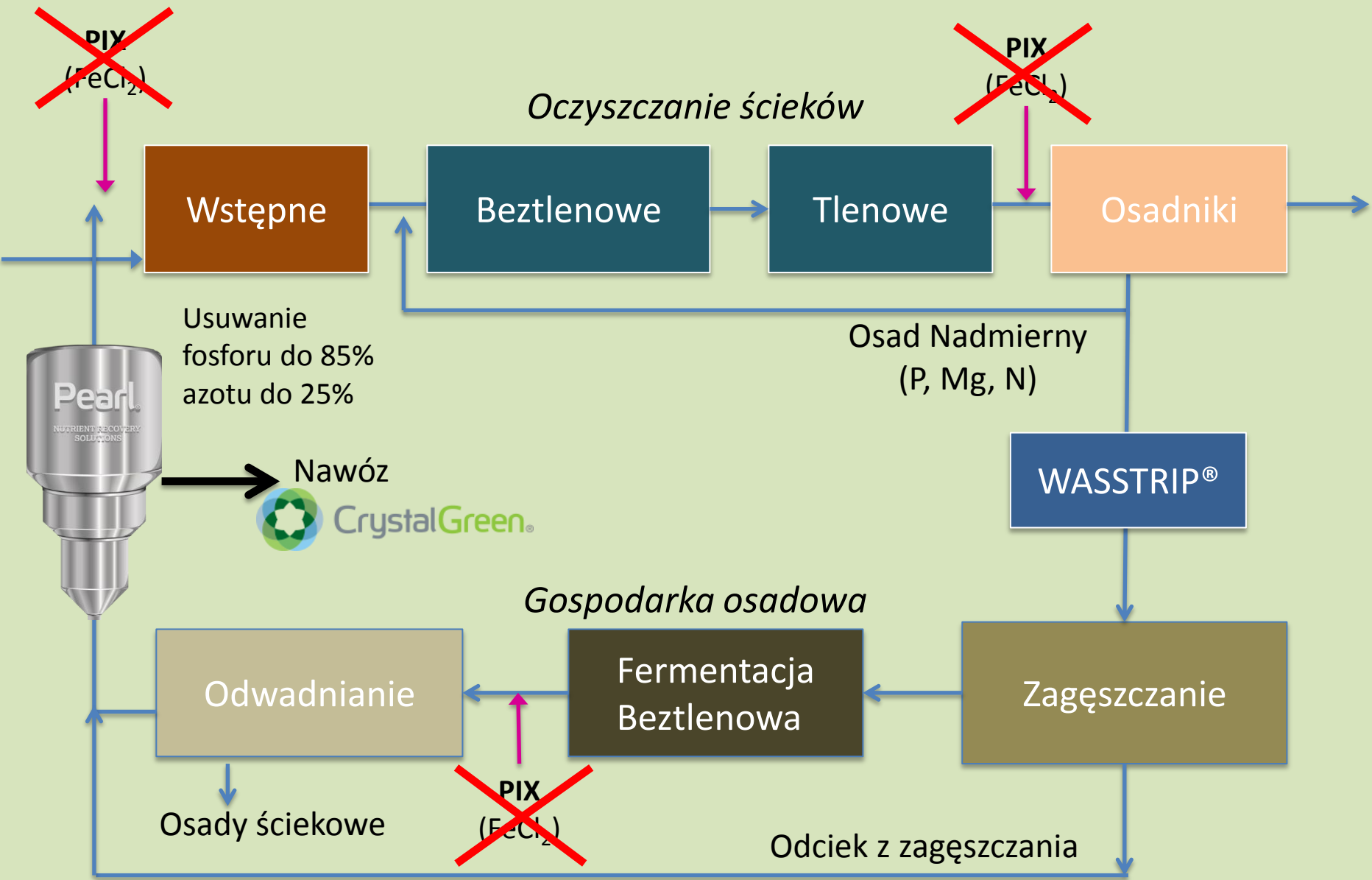


several full-scale plants in operation



product

[Seymour, 2009]



Korzyści z produkcji struwitu

Cena sprzedaży struwitu (określona na podstawie ceny azotu i fosforu w dostępnych na rynku nawozach sztucznych):

- zawartość azotu w struwicie: 5,7%
- zawartość fosforu w struwicie: 12,6%
- cena azotu w struwicie: 114 zł/Mg struwitu
- cena fosforu w struwicie: 882 zł/ Mg struwitu

Maksymalna cena za struwit: 996 zł/Mg,

Koszt produkcji struwitu:

- koszt jednostkowy MgCl_2 : $k_{\text{jedn_MgCl}_2} = 1\ 140$ zł/Mg (w tym 467 zł/Mg koszt zakupu, 673 zł/Mg koszt transportu na teren oczyszczalni ścieków)
- koszt MgCl_2 : $K_{\text{MgCl}_2} = 459$ zł/Mg struwitu
- koszt NaOH: $K_{\text{NaOH}} = M_{\text{NaOH}} \times k_{\text{jedn_NaOH}} = 28 \times 2 = 56$ zł/Mg struwitu
- koszt energii elektrycznej: $K_{\text{ee}} = k_{\text{ee_jedn}} \times E_{\text{ee}} = 280 \times 0,240 = 67$ zł/Mg struwitu
- koszt energii cieplnej: $K_{\text{ec}} = k_{\text{ec_jedn}} \times E_{\text{ec}} = 160 \times 0,440 = 70$ zł/Mg struwitu

Łączny koszt wyprodukowania struwitu: $K_{\text{jedn_struwit}} = 1\ 055$ zł/Mg

Koszt wyprodukowania struwitu: $K_{\text{jedn_struwit}} = 1\ 055 \text{ zł/Mg}$ jest zbliżony do wartości zawartego w nim azotu i fosforu: $Z_{\text{jedn_struwit}} = 996 \text{ zł/Mg}$.

Zysk z produkcji struwitu osiągnany jest w wyniku:

- rezygnacji ze stosowania chemikaliów do strącania fosforu
- ubytku masy osadów w wyniku poprawy stopnia odwadniania (ok. 5 pkt. Procentowych)
- ochrony urządzeń ciągu osadowego oczyszczalni przed niekontrolowanym wytrącaniem struwitu.

PRODUKCJA NAWOZÓW I KWASÓW ORGANICZNYCH



Biogas plant digestate

33,000 tpy
330 d/y

Note: Digestate after dewatering with 0.5% TSS

	100.00	m ³ /d
COD	4.17	m ³ /h
VFA	1,568	kg/d
TSS	500	kg/d
TDS	500	kg/d

Thickening tank

UF

ELECTRICITY
22 kW

32% H₂SO₄
4,657 kg/d
1,537 tpy

ELECTRICITY
39 kW

Heating
781 kWh

Cooling
703 kWh

Carbonator

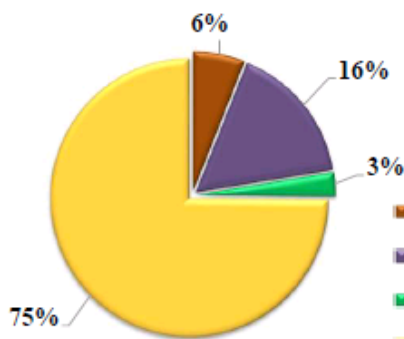
PERMEATE			
COD	1,203	kg/d	12,402 mg/l
VFA	485	kg/d	5,000 mg/l
TSS	-	kg/d	- mg/l
TDS	1,406	kg/d	14,494 mg/l
N	363	kg/d	3,867 mg/l
P	21	kg/d	228 mg/l
	94.00	m ³ /d	
	31,020	m ³ /y	
	34.77	g/l	

RETENTATE			
COD	405	kg/d	64,841 mg/l
VFA	31	kg/d	5,000 mg/l
TSS	500	kg/d	80,000 mg/l
TDS	94	kg/d	15,000 mg/l
N	304	kg/d	48,719 mg/l
P	269	kg/d	42,985 mg/l
	6.25	m ³ /d	
	2,063	m ³ /y	

Carbon source	
	16.99 m ³ /d
	5,607 m ³ /y
COD	60,550 mg/l
VFA	25,221 mg/l

NPKS	
	2.90 m ³ /d
	957 tpy

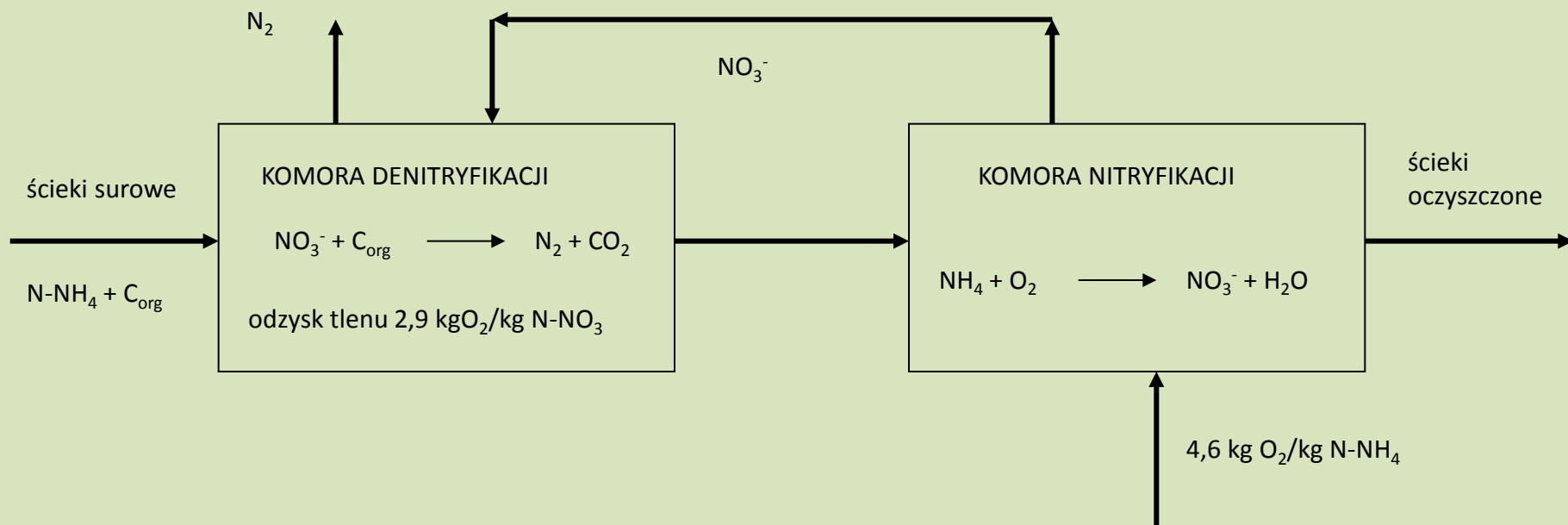
DISTILLATE	
	78 m ³ /d
COD	25,613 m ³ /y
VFA	1,550 mg/l
	313 mg/l



- Retentate to dewatering
- Product: Carbon source
- Product: NPKS
- Distillate to WWTP

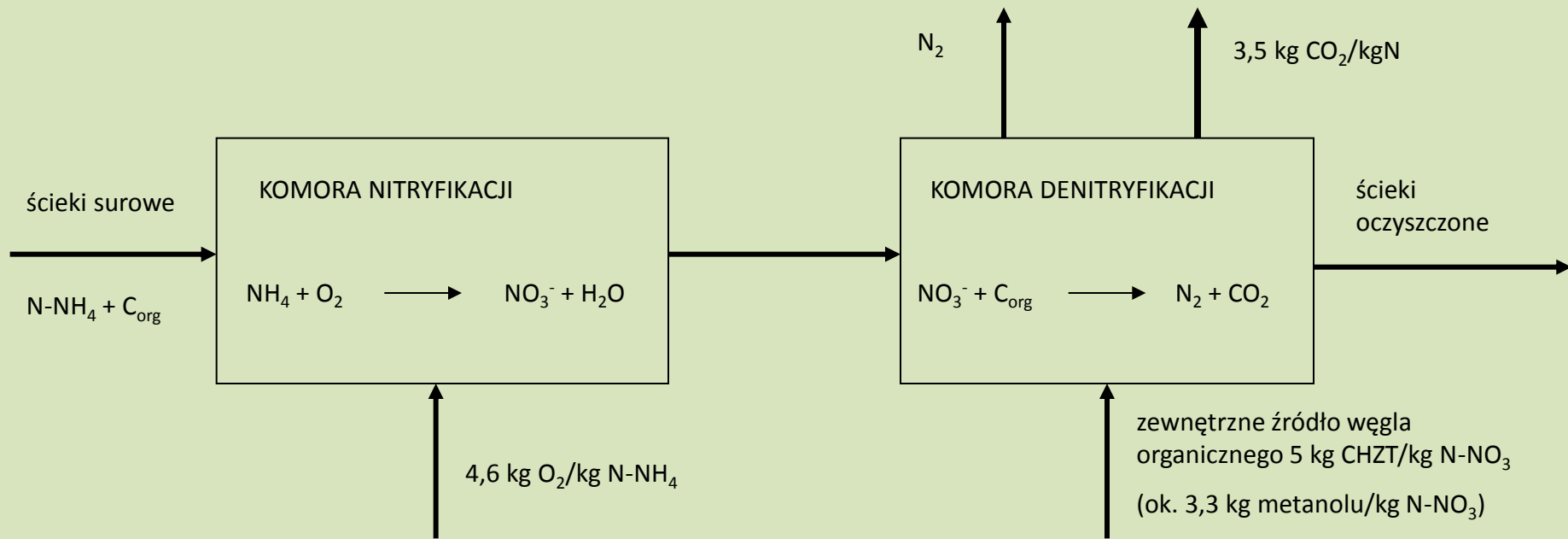
DEAMONIFIKACJA

USUWANIE AZOTU W PROCESIE DENITRYFIKACJI W PRZYPADKU GDY ŚCIEKI ZAWIERAJĄ WĘGIEL ORGANICZNY



Zapotrzebowanie tlenu w układzie: $4,6 - 2,9 = 1,7 \text{ kg O}_2/\text{kg N-NH}_4$

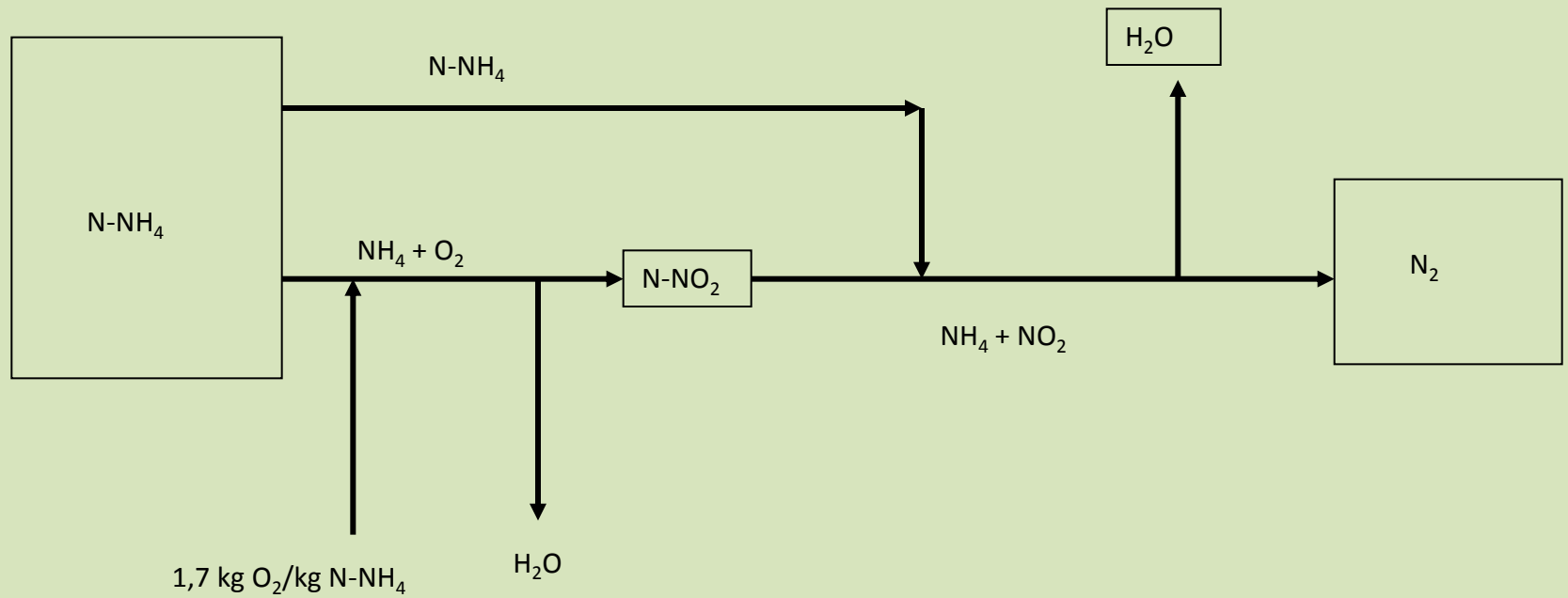
USUWANIE AZOTU W PROCESIE DENITRYFIKACJI W PRZYPADKU GDY ŚCIEKI NIE ZAWIERAJĄ WĘGLA ORGANICZNEGO



Zapotrzebowanie tlenu w układzie: $4,6 \text{ kg O}_2/\text{kg N-NH}_4$

Zapotrzebowanie na metanol w układzie: $3,3 \text{ metanolu}/\text{kg N-NO}_3$)

USUWANIE AZOTU W PROCESIE DEAMONIFIKACJI



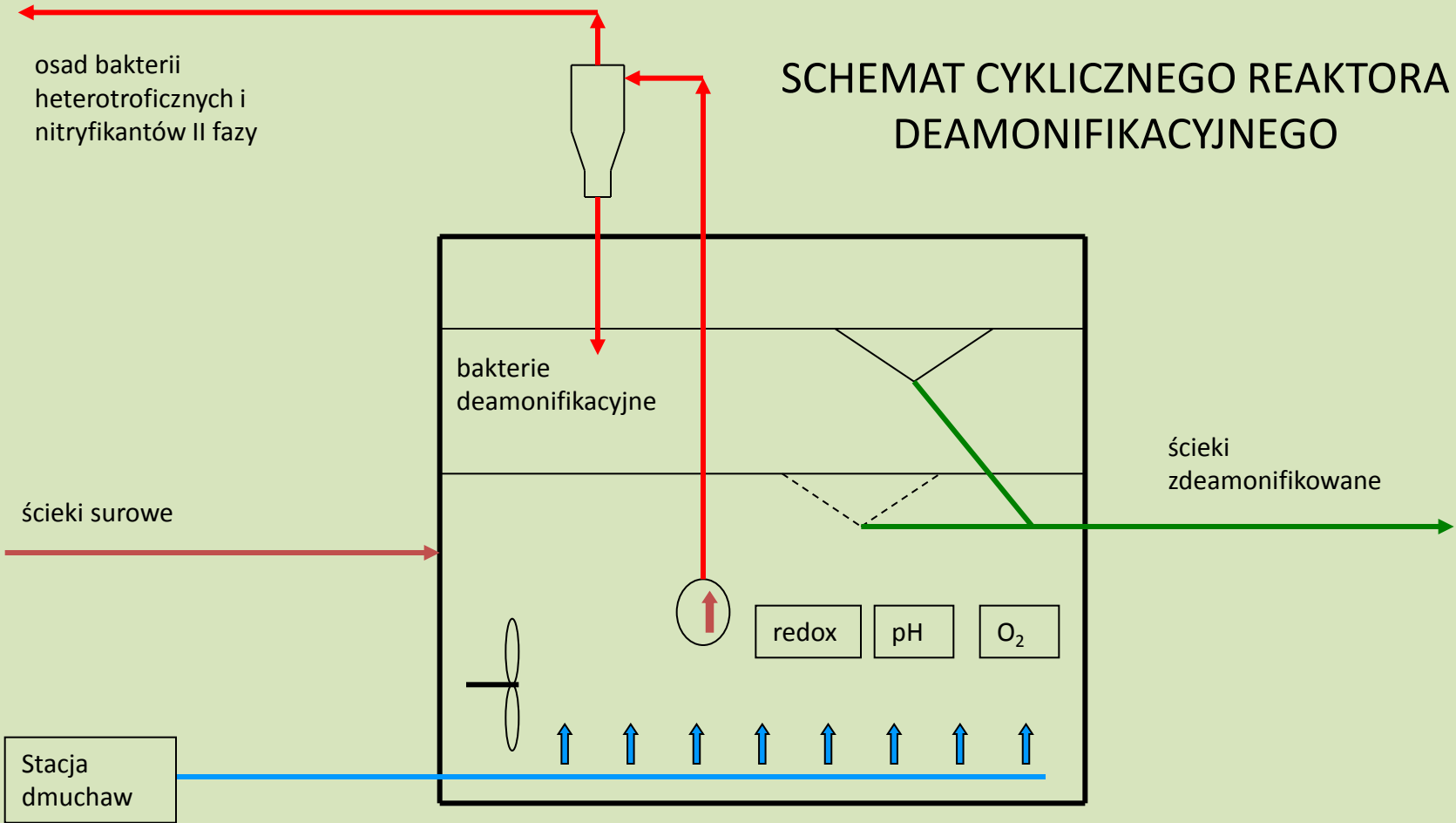
PORÓWNANIE KOSZTÓW NITRYFIKACJI/DENITRYFIKACJI I DEAMONIFIKACJI (W PRZYPADKU NIEDOBORU WĘGLA ORGANICZNEGO) DLA 1 kg N-NH₄

Substrat/Produkt	Nitryfikacja/Denitryfikacja		Deamonifikacja		
	ilość	koszt	ilość	koszt	
metanol	2,3 kg/kgN	3,45 zł/kgN	0,0	0,0	
tlen	4,6 kg/kgN	0,85 zł/kgN	1,7kg/kgN	0,31 zł/kgN	
osad	0,35 kg s.m.o./kgN	0,22 zł/kgN	0,03 kg s.m.o./N	0,02 zł/kg N	Różnica
ŁĄCZNIE		4,52 zł/kgN		0,35 zł/kgN	4,17 zł/kg

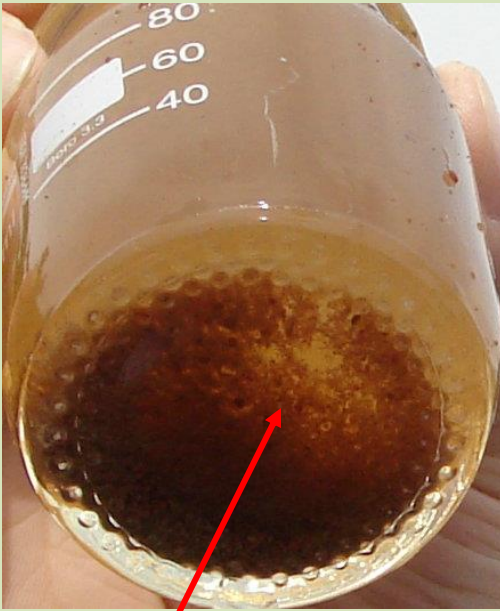
Koszty jednostkowe przyjęte do obliczeń:

- metanol -1,5 zł/kg
- energia elektryczna – 0,37 zł/kWh
- utylizacja osadów – 100 zł/Mg

SCHEMAT CYKLICZNEGO REAKTORA DEAMONIFIKACYJNEGO



Reaktor deamonifikacyjny



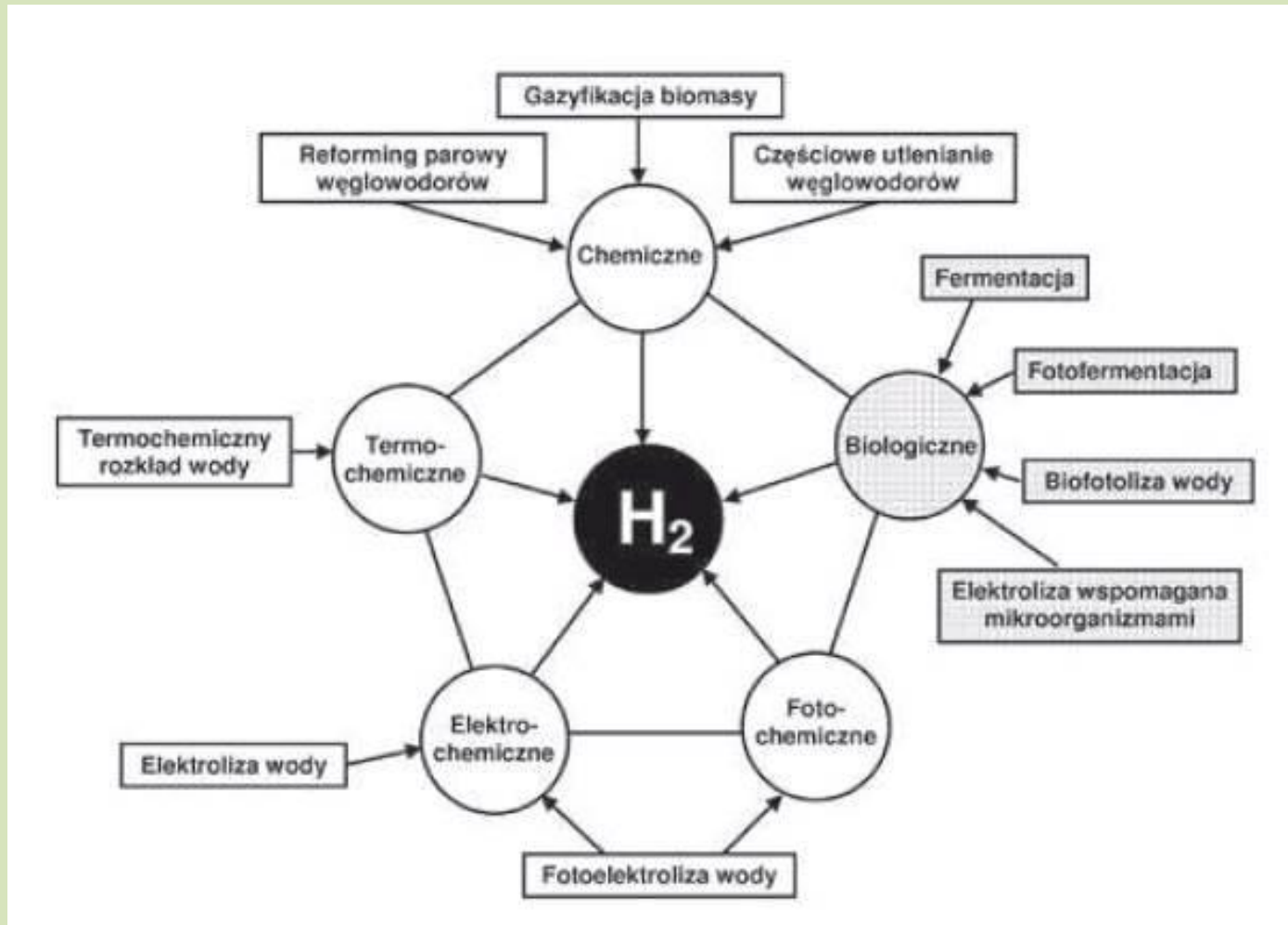
Granulki bakterii
deamonifikacyjnych



dekanter

hydrocyklon

PRODUKCJA WODORU



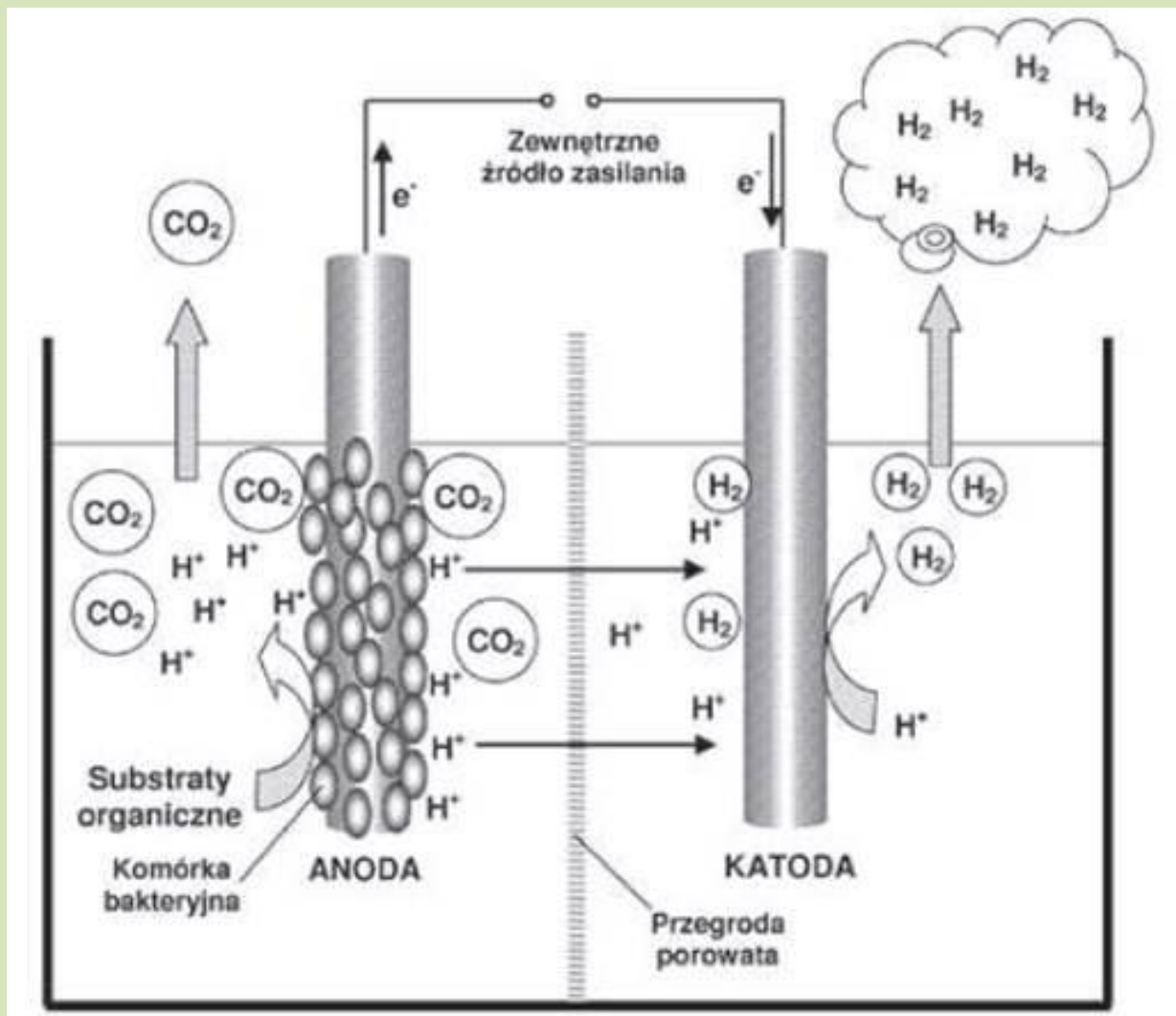
Źródło: Moritz M.; Biologiczne metody otrzymywania wodoru, Chemik 2012, 8, 827 - 834

PRODUKCJA WODORU METODAMI BIOLOGICZNYMI

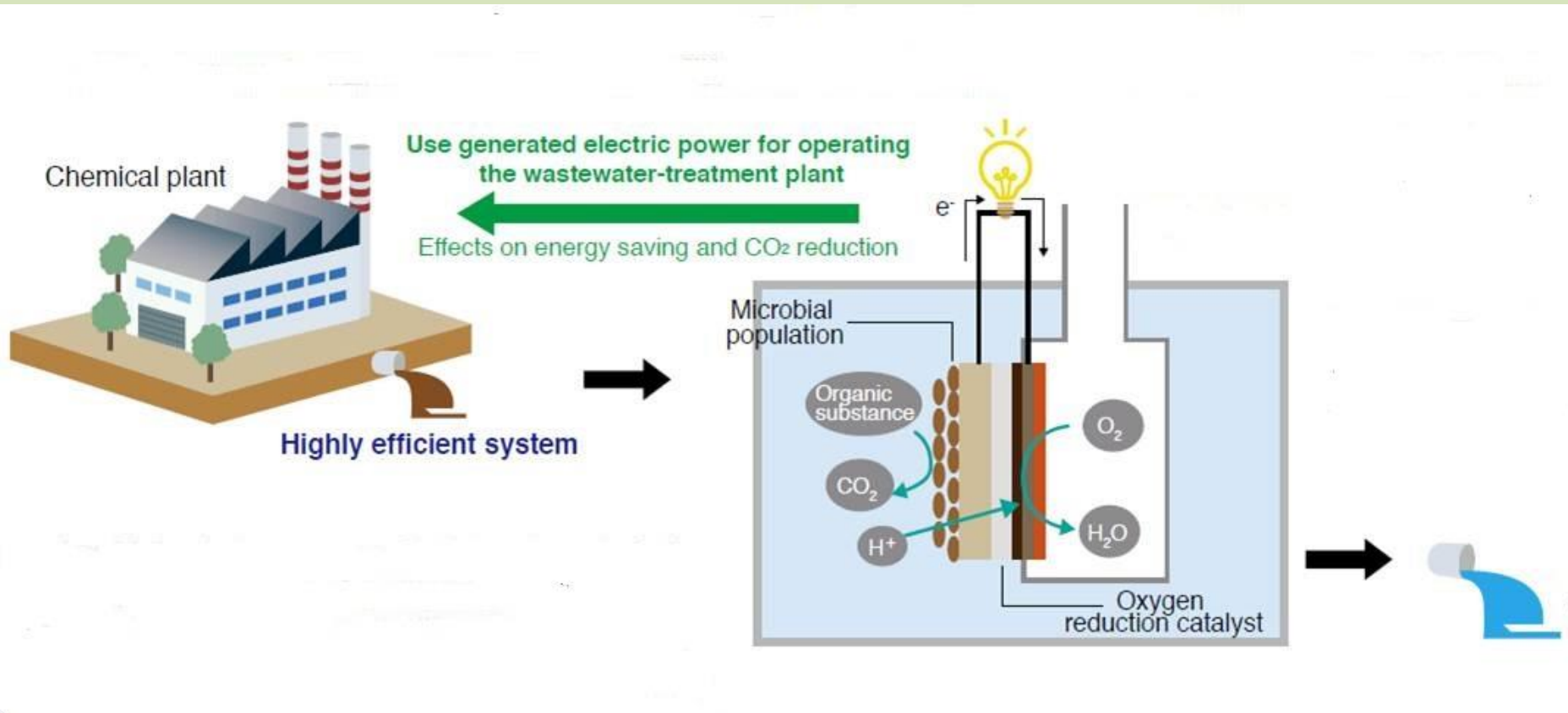
Wodór metodami biologicznymi może być produkowany w wyniku następujących procesów:

- Biofotoliza wody (fermentacja „jasna”) – związki organiczne przy udziale mikroorganizmów ulegają pośredniej lub bezpośredniej konwersji do wodoru,
- Procesy beztlenowe (fermentacja ciemna) – związki organiczne są przekształcane do wodoru jako produktu głównego oraz kwasów organicznych jako koproduktów
- Bioelektroliza – przyłożenie zewnętrznego potencjału do zacisków bioelektrolizera powoduje utlenianie związków organicznych na powierzchni anody pokrytej biofilmem bakteryjnym oraz wydzielanie wodoru cząsteczkowego z powierzchni katody związanej z redukcją protonów.

PRODUKCJA WODORU W PROCESIE BIOELEKTROLIZY



BEZPOŚREDNIA PRODUKCJA ENERGII ELEKTRYCZNEJ Z MATERII ORGANICZNEJ (mikrobiologiczne ogniwo paliwowe)



PRODUKCJA BIOPLASTIKU

W genomie wielu mikroorganizmów można odnaleźć geny warunkujące syntezę PHB (poli-3-hydroksymaślan (PHB)). Jest to jeden z najczęściej wytwarzanych poliestrów pochodzenia bakteryjnego. Do produkcji biopolimerów można wykorzystać różne źródła węgla w tym materię organiczną zawartą w ściekach.